

国境を越えたリサイクル可能廃棄物の資源循環の実態—日本と中国の事例から—
Analysis of International Material Cycles of Recyclable Wastes
—transboundaring recyclable waste between Japan and China—

吉田 綾¹ 荒巻俊也² 花木啓祐³
Aya YOSHIDA Toshiya ARAMAKI Keisuke HANAKI

ABSTRACT:

There have been an increasing number of recyclable wastes which are exported from developed countries to developing countries. If transboundary movements of recyclable wastes support economic development and simultaneously reduce environmental degradation in both parties, it might contribute to establish a sustainable society. China has been the biggest importing country of recyclable waste from Japan for past decade. In this study, current situation of transboundaring recyclable waste between Japan and China were analyzed. Three approaches were used in this study: investigating recent policies and regulations, interviewing and field surveys; and analyzing custom statistics. Positive impact and negative impacts of transboundaring recyclable waste, and recycling characteristics of the region in China have been identified.

KEYWORD: recyclable waste, transboundary movement, China, Basel convention

1. はじめに

先進国と途上国において、近年、リサイクル目的の廃棄物の輸出入が拡大している。

日本国内では資源としてはリサイクルできないものが、海外でリサイクルされ資源として有効利用されているのであれば、それは本当の意味での循環型社会のあり方といえる可能性がある。その妥当性を証明するためにも、廃棄物越境の移動を規制するバーゼル条約、国内の廃棄物処理法やリサイクル関連法においてどのような問題があるのかを明らかにし、輸出された廃棄物は本当に資源として輸出先の国内でリサイクル利用されているのかを検討する必要がある。

本研究は、リサイクル可能な廃棄物の越境移動、特に日本の最大の輸出国である中国でのリサイクルを取り上げ、中国におけるリサイクル廃棄物の処理・利用の実態を明らかにすることを目的とした。現在の国際的リサイクルに関する実態および問題点を明らかにするため、中国国内のリサイクルの状況と輸入廃棄物に関する制度や最近の廃家電の輸入禁止措置などについて、文献調査および政府機関のインタビューを行った。さらに、中国国内のリサイクル現場を詳細に訪問調査し、その実態と全体像を明らかにした。また、中国税関統計の省市ごとの輸入データを用いて、特殊化係数を計算し、地域特性分析を行った。

2. リサイクル可能廃棄物の越境移動

2. 1 定義

1980年代に多発した有害廃棄物の越境移動事件を契機として、輸入国側の知らない間に有害な廃棄物が国境を越えて移動していること、引き取り責任が明確に定められていないこと等が国際的な問題となった。

^{1,3} 東京大学大学院工学系研究科 : School of Engineering, University of Tokyo

² 東京大学先端科学技術研究センター : Research Center for Advanced Science and Technology, Univ. of Tokyo

原料生産や製造業など鉱工業が未発達な開発途上国では、先進国からの中古品やリサイクル向け原料などの輸入に頼らざるを得ない。この経済原則による流れを変えるには国際的な取決めが必要と考えられ、国連環境計画（UNEP）が中心となり、1989年に有害廃棄物の越境移動を規制するバーゼル条約が採択された。本論文では、リサイクル可能廃棄物を、バーゼル条約で規制されない、使用済みプラスチックのくず、金属くずなど資源として再生利用可能な廃棄物と定義した。

2.2 現地調査

上海市、浙江省寧波市、台州市、広東省の廃プラスチック処理企業と第7類企業（廃モーター、電線など非鉄金属の解体・回収業）約20社を訪ね、①操業を開始した時期、②開始、拡大に至る経緯、③原料の入手（形状・種類など）、用途、④費用の構成（原料費、人件費、公害対策設備の設置費、運営費など）、⑤国内回収分と海外輸入分での質の差、⑥流通過程、⑦公害対策、⑧当該リサイクルが発展している地域、⑨問題点、についてヒアリング調査を行った。文献および現地調査から、廃プラスチックと非鉄金属スクラップのフローをそれぞれ作成した。



図1 現地調査を行った地域

出典：筆者作成

廃プラスチックは、日本の排出業者から中間業者を経て、輸入ライセンスを持つ中国の分別業者に輸出される。材質別に選別、洗浄され、ペレットまたはフレーク状に加工される。加工業者がそれらを購入し、製品に加工する。

輸入廃プラスチックの方が国内のより安価で良質であること、国内の広範囲な再生プラスチック製品の需要や、中国の安価な人件費による分別処理でマテリアルリサイクルが成り立っている。処理された輸入廃プラの8割以上は中国国内需要を満たすために使われるが、一部委託加工貿易の方式とする発泡スチロールなどはビデオテープなどの製品に加工されアメリカや日本へ100%輸出される。

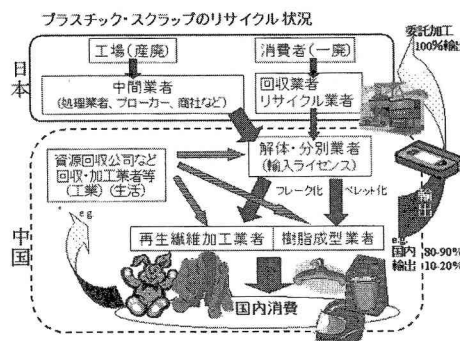


図2 廃プラスチックのリサイクルの流れ

出典：筆者作成

日本からの非鉄金属スクラップはバラ積みで中国に輸出されており、欧米と比べて質が悪く異物の混入が目立つ。輸入制限リスト（全10品目）の第7番目であるミックスメタルは、第7類企業と呼ばれるライセンス企業が輸入し解体処理を行っており、その大部分は外資との合弁企業などで、基本的に中国国内のものは扱わない。

回収された金属はそれぞれ、加工業者が商品化し、一部のアルミを除いて、国内で消費されている。環境汚染防止の観点から、国家環境保護総局は沿岸部4都市（天津市、浙江省寧波、江蘇省太倉、福建省）で第7類企業を集約したリサイクルタウン建設を進めている。整備後はさらに輸入量が増加すると予想される。

現状の問題点としては、密輸や排水等の未処理による環境汚染が挙げられる。PCBの含有が疑われる柱上変圧器や、日本国内では廃棄物処理法に抵触する生活ごみ系プラスチックなども実際に輸出されていることから、日本の輸出過程におけるフローの調査が必要と思われた。

2. 3 国内調査

家電リサイクル法の施行後、使用済み家電製品の回収量が増加し、中古製品の輸出が減少し、非鉄スクラップのマテリアルフローは激変している。家電リサイクルプラントのヒアリングから、廃電線・ケーブルやコンプレッサー、モーター、トランス等の銅線含有部品、は回収量の6～8割が輸出されていることが分かった。

これはリサイクルプラントで処理された廃家電 994 万台に含まれていた銅線量のうち 57～75% (6,000 トン～8,000 トン)にあたる(平成 13 年度経済産業省委託調査)。

モーター・コンプレッサー、廃電線・ケーブル以外に輸出されているものとしては、廃プラスチック(テレビの外枠など)がある。中国へ何でも輸出されているという訳ではない。輸出に際しては検査費用や海上輸送コスト、関税などがかかるため、概ね日本より1トンあたり 1 万円前後高いコストから処理が始まる。そのため難破砕物であるモーター・コンプレッサー、廃電線・ケーブル、廃プラスチック

を安い労働力で手分解・分別するなど、手間をかけられるものほど中国にとってもメリットが大きい。しかし家電基板など有用な部品や貴金属のみを打ち抜いて残りは焼却処分するなど、不適正な処理・再使用がなされる場合があるため、日本でもリサイクルが難しいものについては、輸出が行われないような配慮が求められる。

輸出に関して家電リサイクルプラントが自ら直接輸出することではなく、中間処理業者や大手商社を経由する場合が多い。日本は国内リサイクルを目指した法の理想とは別に、中国を中心としたアジアへのリサイクル可能廃棄物輸出という現象を生み出しているといえる。

3. 統計分析

2001 年の中国税関統計によると、中国の輸入したスクラップは廃プラ 200 万トン、鉄くず 800 万トン、銅くず 300 万トン、アルミくず 40 万トンであり、目的別では、プラスチックは過半数が広東省、鉄くずは江蘇省・上海市(約 30%)と新疆ウイグル自治区(約 20%)、銅くずは浙江省(34%)、広東省(31%)、アルミくずは上海市と広東省がそれぞれ全体の約 30%を占めている。

中国税関統計のデータを用いて地域特性の分析を行った。天津市、遼寧省、上海市、江蘇省、浙江省、広東省の6つの省市を選び、特化係数と特殊化係数を求めて地域特性の分析を行った。

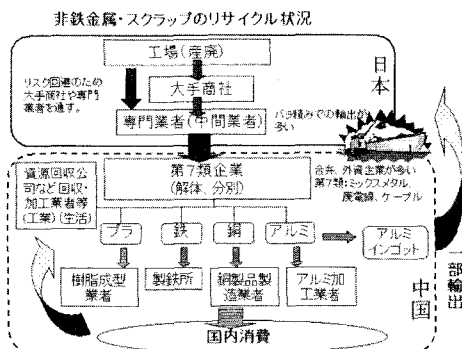


図3 非鉄金属スクラップのリサイクルの流れ
出典：筆者作成

表 1 日本のリサイクル可能廃棄物 輸出量 (トン)

品目	統計品目番号	輸出総量(MT)					
		1990 年	1995 年 ('95/'90)	2001 年 ('01/'95)	1 位	2 位	3 位
プラスチックのくず	3915	41,401	122,792 (296.6%)	392,163 (319.4%)	中国	香港*	台湾
鋼鉄のくず	7204	396,403	915,217 (230.9%)	6,150,682 (672.0%)	中国	韓国	台湾
銅のくず	7404	12,003	51,887 (432.3%)	156,490 (301.6%)	中国	香港*	韓国
アルミのくず	7602	7,751	13,016 (167.9%)	52,674 (404.7%)	中国	香港*	韓国

出典：中国税関統計

(*) 香港は中国(本土)への中継地点である。

廃棄物の品目 i の各地域 j における構成比

を p_{ij} とすると、特化係数 f_{ij} は、 $f_{ij} = \frac{p_{ij}}{P_i}$ で求められる。特殊化係数はその地域における構成比の全体地域に比べての特殊性を表現しようとする指標であり、各地域について一つずつ計算される。

$$SC_j = \sum_i (p_{ij} - p_i) \Delta_{ij}$$

ただし、 Δ_{ij} は、() 内が正の場合だけ加えあげる操作を示し

$$\Delta_{ij} = \begin{cases} 0: p_{ij} - p_i \leq 0 \\ 1: p_{ij} - p_i > 0 \end{cases}$$

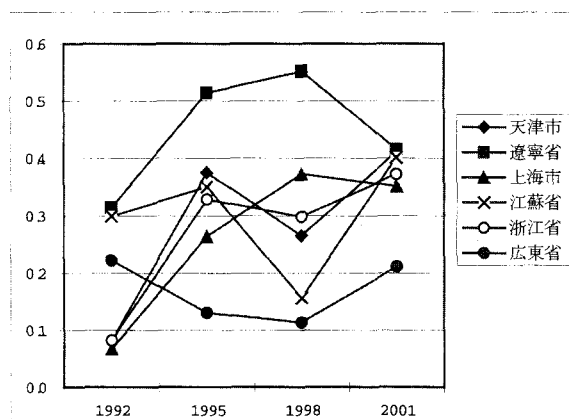


図4 中国 各地域の特殊化係数

出典：筆者作成

と定義される。

図4は、各地域の各都市の特殊化係数をグラフで示したものである。地域のリサイクル構成が、全国のもので完全に一致していれば特殊化係数は0となり、特殊化が激しくなるにつれて1に近づく。データ分析の結果、広東省が中国の平均的なリサイクル構造を示していること、特殊化が激しい遼寧省のリサイクル形態が他と異なること、および東北部へ行くほど特殊化が激しくなっていることが明らかとなった。

表 2 中国の地域別・品目別 輸入量 (1992 年：トン)

	天津市	遼寧省	上海市	江蘇省	浙江省	広東省	計
プラ	65,550	2,653,906	7,021,174	300	342,800	3,137,881	13,221,611
鋼鉄	66,794,343	8,946,370	90,055,198	7,006,824	16,412,555	9,456,060	198,671,350
銅	47,588,712	240,973	35,961,686	598,825	12,037,547	11,105,277	107,533,020
アルミ	110,316	136,040	1,346,013	185,090	249,944	204,270	2,231,673
合計	114,558,921	11,977,289	134,384,071	7,791,039	29,042,846	23,903,488	321,657,654

表 3 中国の地域別・品目別 輸入構成比(1992 年)

	天津市	遼寧省	上海市	江蘇省	浙江省	広東省	計
プラ	0.001	0.222	0.052	0.000	0.012	0.131	0.041
鋼鉄	0.583	0.747	0.670	0.899	0.565	0.396	0.618
銅	0.415	0.020	0.268	0.077	0.414	0.465	0.334
アルミ	0.001	0.011	0.010	0.024	0.009	0.009	0.007
合計	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

表 4 特化係数と特殊化係数(1992 年)

	天津市	遼寧省	上海市	江蘇省	浙江省	広東省
プラ	0.014	5.391	1.271	0.001	0.287	3.194
鋼鉄	0.944	1.209	1.085	1.456	0.915	0.640
銅	1.243	0.060	0.800	0.230	1.240	1.390
アルミ	0.139	1.637	1.444	3.424	1.240	1.232
特殊化係数	1.243	8.237	3.800	4.880	2.480	5.815

出典：中国税関統計より筆者作成

4. まとめ

4. 1 廃棄物貿易の効果

中国が輸入したリサイクル可能廃棄物は、貴重な資源として再生利用されている。リサイクル可能廃棄物の日中間貿易によって双方が有益な効果を得ていることが分かった（表1）。しかし、現時点におけるリサイクル貿易は、通常の貿易のように完全な流通ルートが確立されていない。そのため、情報の不十分性や将来の政策変化等によるリスクの高さが、ブローカー等の仲介業者を存続させ、適切なリサイクルに悪影響を及ぼす要因になっていると思われる。

表 5 日中の廃棄物貿易のプラス効果、マイナス効果

廃棄物貿易が中国に与える影響		廃棄物貿易が日本に与える影響	
(+)	(-)	(+)	(-)
① 原材料不足の解決	① 輸入禁止廃棄物の輸入による環境汚染	① 廃棄物処理の解決	① 国内リサイクル産業の発展が阻害される
② 経済的波及効果	② 環境基準の未遵守による汚染	② リサイクル費用の低減	② 安易な処理による「公害輸出」の恐れ
③ 雇用の確保	③ 国内の資源回収率の低下	③ 国内の回収率が上がる	③ 国内静脈産業の空洞化
		④ リサイクル原料需要の解決	

出典：ヒアリング等に基づき筆者作成

4. 2 現状の問題点

国境を越えたリサイクルの問題は、最終的にそれが「ごみの輸出」「公害の輸出」にあたるかどうかの問題に行き着くと考えられる。環境汚染のないリサイクルのためには「リサイクル可能なもの」を再生利用することである。そのためには受入国がリサイクル可能なものの輸出をいかに制度化し実現させるかが重要である。下記の表は、日本と中国における廃棄物貿易の問題点を「もったいない系」と「危ない系」に分類したものである。

表 6 現在のリサイクルにおける問題点

中国側の問題点		日本側の問題点	
(もったいない系)	(危ない系)	(もったいない系)	(危ない系)
2002 年からの廃家電等輸入規制 (有用な資源も回収できなくなった)	①単純な利益追求リサイクルによる環境汚染(不適正処理、密輸など) ②輸入した後、横流しする ③健康影響	①リサイクル可能なものも輸出しにくい状況 ②輸出品の形状・質が中国のリサイクル業者にとってリサイクルしやすくない ③物流のソフト面での「リスク」の低減の必要性	①不法に輸出した事業者を特定できない ②輸出までの経路で異物の混入等が起こっている ③「グレーゾーン」廃棄物の中に有害物質が含まれてしまう危険性がある

出典：ヒアリング等に基づき筆者作成

4. 3 既存制度の限界

わが国では廃棄物等の輸出入は、バーゼル条約を国内に適用したバーゼル法、および廃棄物処理法により規制されている。現行法では、主には有価か無価かによって「廃棄物」を定義している。そのため、同じものであっても市況の変化等によって「廃棄物」に該当するため有効利用されない「もったいない」問題や、実際は資源として再生利用できないものを有価物と称して輸出する等の「危ない」問題が生じている。

バーゼル条約で規制する「有害廃棄物」には「各国独自で定められた廃棄物」が含まれるため、どの国で

どのような廃棄物が定められているかによって、ある国ではバーゼル物にあたるものが他国ではバーゼル対象外となり、手続きが複雑化・長期化する問題がある。

「特定有害廃棄物等」は有害物質の含有・溶出試験の結果によって規定されることが多い。含有量は総重量に反比例するため、例えば、被覆電線の被覆（PVC プラ）を輸出する場合は鉛の含有量が基準値を超えるが、廃電線（銅線を含む）はバーゼルの対象外になるなど、矛盾する点がある。使用済みブラウン管ガラスを再生処理した、「新しいブラウン管の原料（使用済みカレット）」が、いまだバーゼル条約が規制する「ブラウン管ガラスのくず」とされて越境移動しにくい状況にある。ブラウン管テレビ製造拠点の海外移転により、国内リサイクルによる大量の「ブラウン管ガラスのくず」の発生と国内滞留が懸念される。

現行のバーゼル法および廃棄物処理法では、資源循環の自由度が確保されていない。国内法や動脈の国際展開のねじれによる「もったいない」問題、不法輸出等「危ない」問題の解決のためには、「有害性」や「危険性」をはかる新たな国際的輸出入の基準作りが課題である。

5. おわりに

これまで多くの経済学者が国際貿易発生メカニズムモデルを展開している。伝統的貿易理論は、比較優位の理論であるリカードやヘクシャー＝オリーンの貿易理論に代表され、各国の生産要素（土地、労働、資本）の賦存の差が比較優位の重要な決定要因であった。そのため、輸送費用、技術的格差、不完全競争、製品差別化、などは十分に考慮されてはいなかった。廃棄物貿易は、一般的に先進国と途上国の相対的な人件費の格差によるものと説明されている。しかし、なぜある国／地域に特定の廃棄物が輸出されリサイクルされるのか、その発生原因は十分に説明されていない。従来の伝統的貿易理論では説明仕切れない要因に加えて、各国の環境規制や国際的枠組み規制、また有害物質や環境リスクをどのように扱うかが課題と思われる。

国際的な廃棄物ビジネス（スクラップビジネス）はすでに世界的な規模で行われている。世界中の使い捨てカメラのリサイクルを生産拠点のある中国で行うなど、安い労働力を利用した国際的なリサイクルの分業化は今後ますます活発に展開されると思われる。現行の市場経済のもとでの廃棄物の移動を評価し、使用済み製品・廃棄物の輸出など静脈系資源の国際的な流れ把握をさらに進めていくことで、どのようなリサイクルの国際分業システムが望ましいのかを検討し、適切な資源循環ルートの開拓、物流の改善に向けた提案を行いたい。

【謝辞】本研究は、アジア経済研究所（「日本からの廃棄物輸出と中国でのリサイクル」（財団法人消費生活研究所助成））および、国立環境研究所（「アジア地域における資源循環・廃棄の構造解析」（平成14年度廃棄物処理等科学研究））との共同研究で、現地調査を行った。

【参考文献】

国立環境研究所・国連大学高等研究所『アジア地域における資源循環・廃棄の構造解析』（平成14年度廃棄物処理等科学研究）2003年

小島道一、山下英俊、陳禮俊、吉田綾『2002年度持続可能な社会と地球環境のための研究助成 成果報告書論文集』（財）消費生活研究所 2003年

（株）神鋼リサーチ「平成14年度製造産業技術対策調査 電線・ケーブルリサイクルの実態調査」2003年

桜井次郎「国境を越える廃棄物の移動に関わる日本の規制法制—中国における廃棄物越境移動規制法制の分析を通して—」（『国際開発研究フォーラム14』1999年）

東京大学教養学部統計学教室編『人文・社会科学の統計学』東京大学出版会 2001年

吉田綾「リサイクル可能廃棄物の中国への越境移動」東京大学大学院新領域創成科学研究科修士論文 2003年

Basel Action Network, Silicon Valley Toxic Coalition “Exporting Harm—The High-Tech Trashing of Asia” 2002